

- Diplomarbeit -

Qualitatives räumliches Schließen zur Objektverfolgung in Bildfolgen

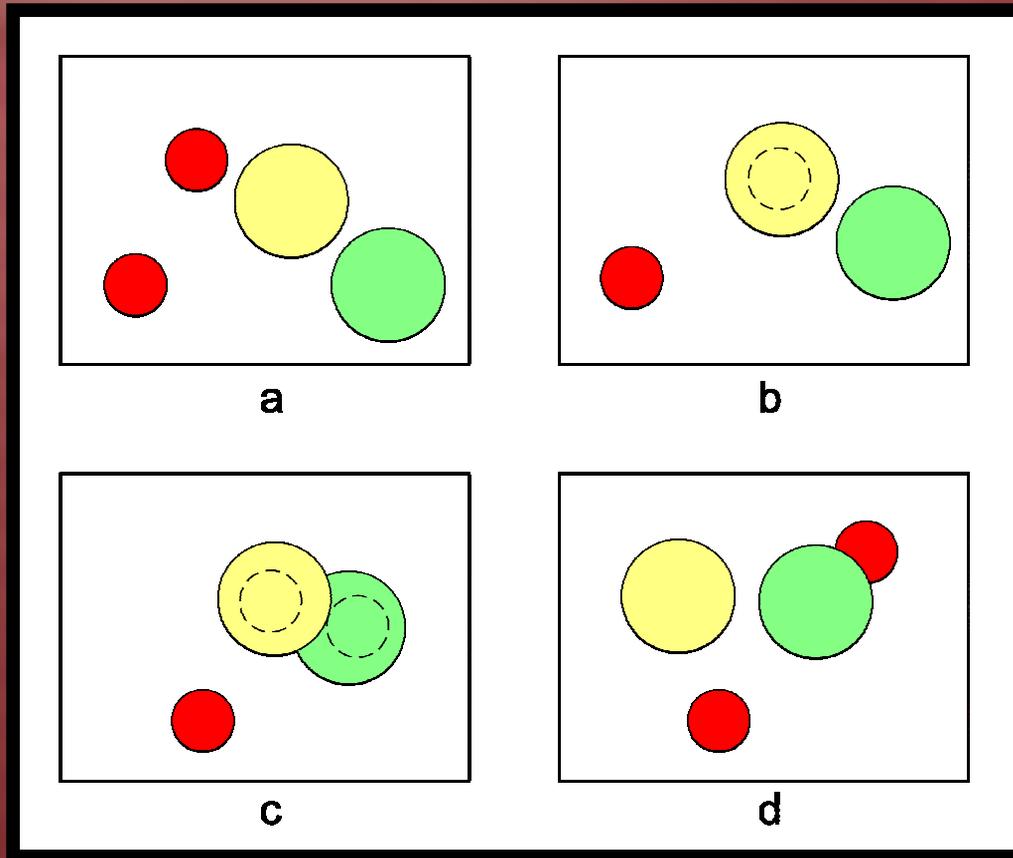
Enrico Ehrich

Fachhochschule Brandenburg 2003

Aufgabe

- Konzeption eines Systems zur Verfolgung von Objekten in Bildfolgen
- Wissensbasis
 - Anfragen zu den möglichen Positionen der Objekte, auch wenn diese gerade nicht sichtbar sind (verdeckt)
- Implementierung eines Prototypen
 - ohne Bildaufnahme und -verarbeitung
 - modular, wiederverwendbar

Beispiel



- Verwechslung
- Mehrdeutigkeit
- Zuweisung von Objekten
- Was ist in der Zwischenzeit alles passiert?

Übersicht

- Relationen zwischen Objekten
- Randbedingungen
- Entwurf System:
 - Aufbau
 - Funktionsweise
 - Prototyp
 - Beispiele
- Zusammenfassung und Ausblick

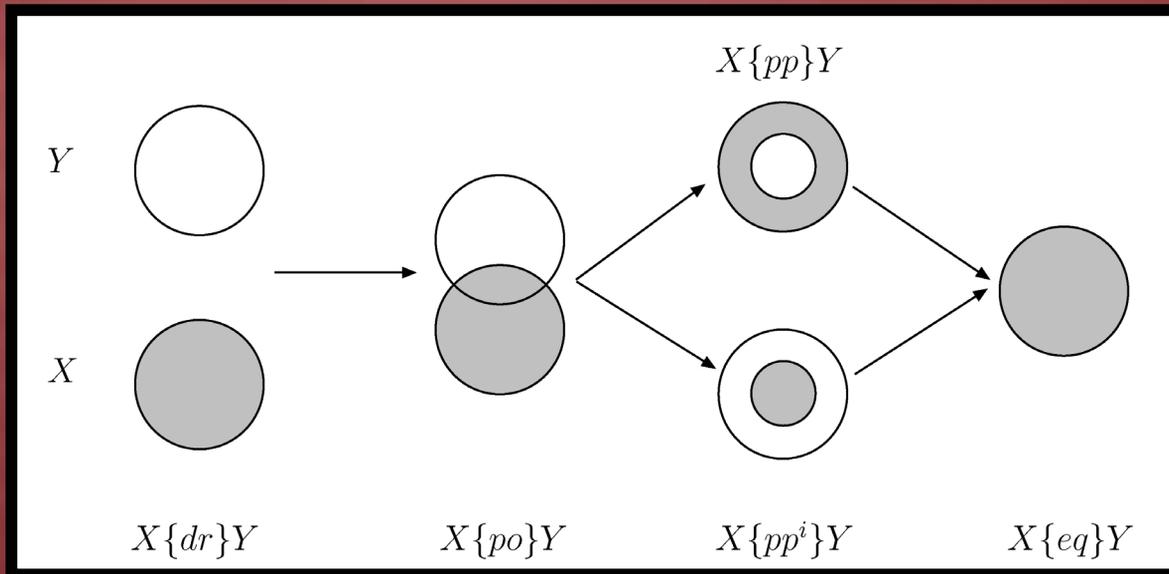
Relationen zwischen Objekten

- Allens-Intervalllogik (13 Basisrelationen)
- Qualitative Beschreibung von Zuständen
- neue Relationen können aus bekannten gebildet werden

Räumliche-Relationen

- räumliches Schließen (QSR)
- Anordnung der Objekte im Raum zueinander
- RCC = Region Connection Calculus:
 - RCC5 = 5 Basisrelationen
 - RCC8 = 8 Basisrelationen

RCC5-Relationen

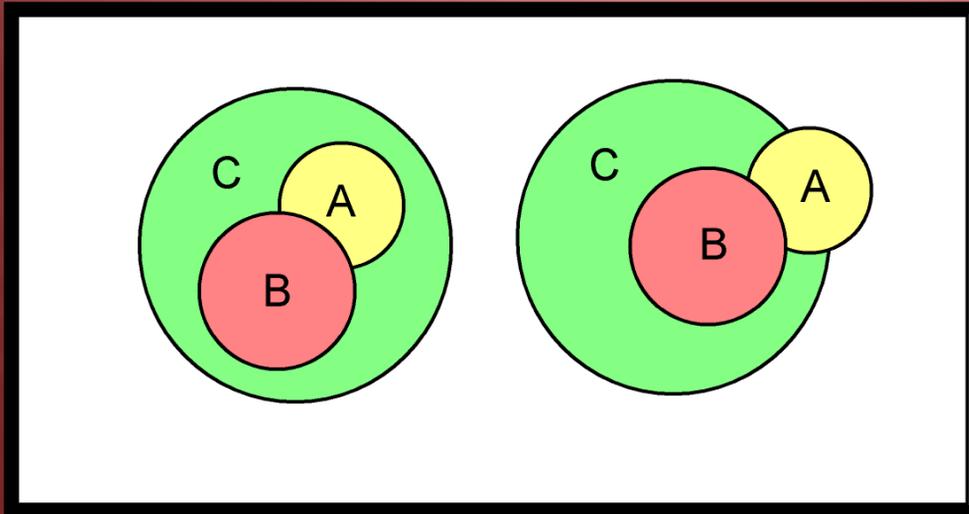


- dr = disjointed
- po = partial overlapped
- pp = proper part
- ppi = proper part inverse
- eq = equal

- Die 5 Basisrelationen, die bei dem RCC5-Modell zwischen Objekt X und Objekt Y auftreten können

Schlussfolgerung durch Komposition

- Beispiel:
 - Objekt A schneidet Objekt B ($A \{po\} B$)
 - Objekt B befindet sich innerhalb von Objekt C ($B \{pp\} C$)
 - In welcher Relation steht Objekt A zu Objekt C ?



Aus $A \{po\} B$ und $B \{pp\} C$
folgt $A \{po, pp\} C$

Kompositionstabelle

$R \circ S$	dr	po	pp	pp^i	eq
dr	β	dr, po, pp	dr, po, pp	dr	dr
po	dr, po, pp^i	β	po, pp	dr, po, pp^i	po
pp	dr	dr, po, pp	pp	β	pp
pp^i	dr	dr, po, pp^i	β	pp^i	pp^i
eq	dr	po	pp	pp^i	eq

RCC5-Kompositionstabelle, $\beta : \{dr, po, pp, pp^i, eq\}$

Aus $A\{po\}B$ und $B\{pp\}C$ folgt $A\{po,pp\}C$

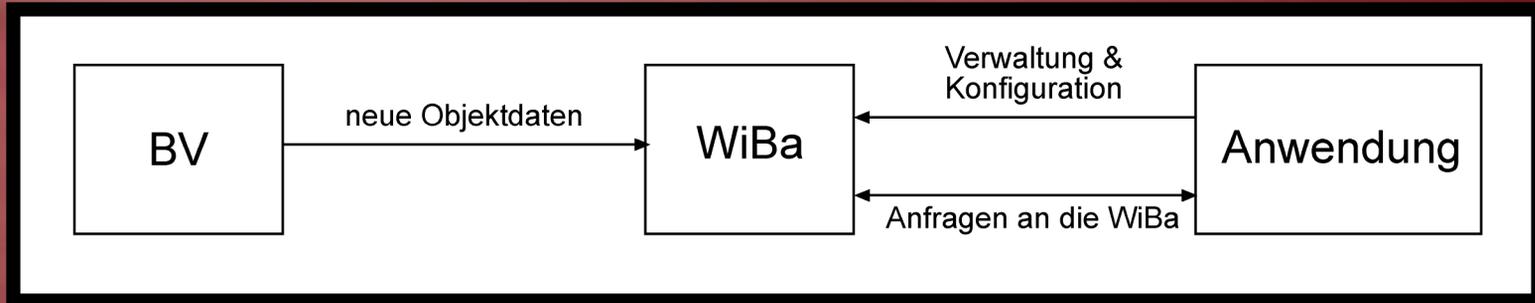
Randbedingungen

- Es ist nur konstante Kreise zugelassen
- Klassifizierung der Objekte durch BV
- festgelegte Maximalgeschwindigkeit
- Objekte dürfen den sichtbaren Bereich der Szenen nicht verlassen
- Objekte die verwechselt werden können, müssen am Anfang sichtbar sein
- Objekte können andere Objekte nicht durchdringen

Aufbau des Systems

- Module:
 - Bildverarbeitung
 - liefert die Informationen zu den sichtbaren Objekten, z.B. Form und Position
 - Klassifizierung der Objekte
 - Wissensbasis
 - Verwaltung der Daten
 - Berechnung der möglichen Positionen
 - Anwendung
 - Anfragen an die Wissensbasis
 - Verwaltung und Konfiguration

Aufbau des Systems

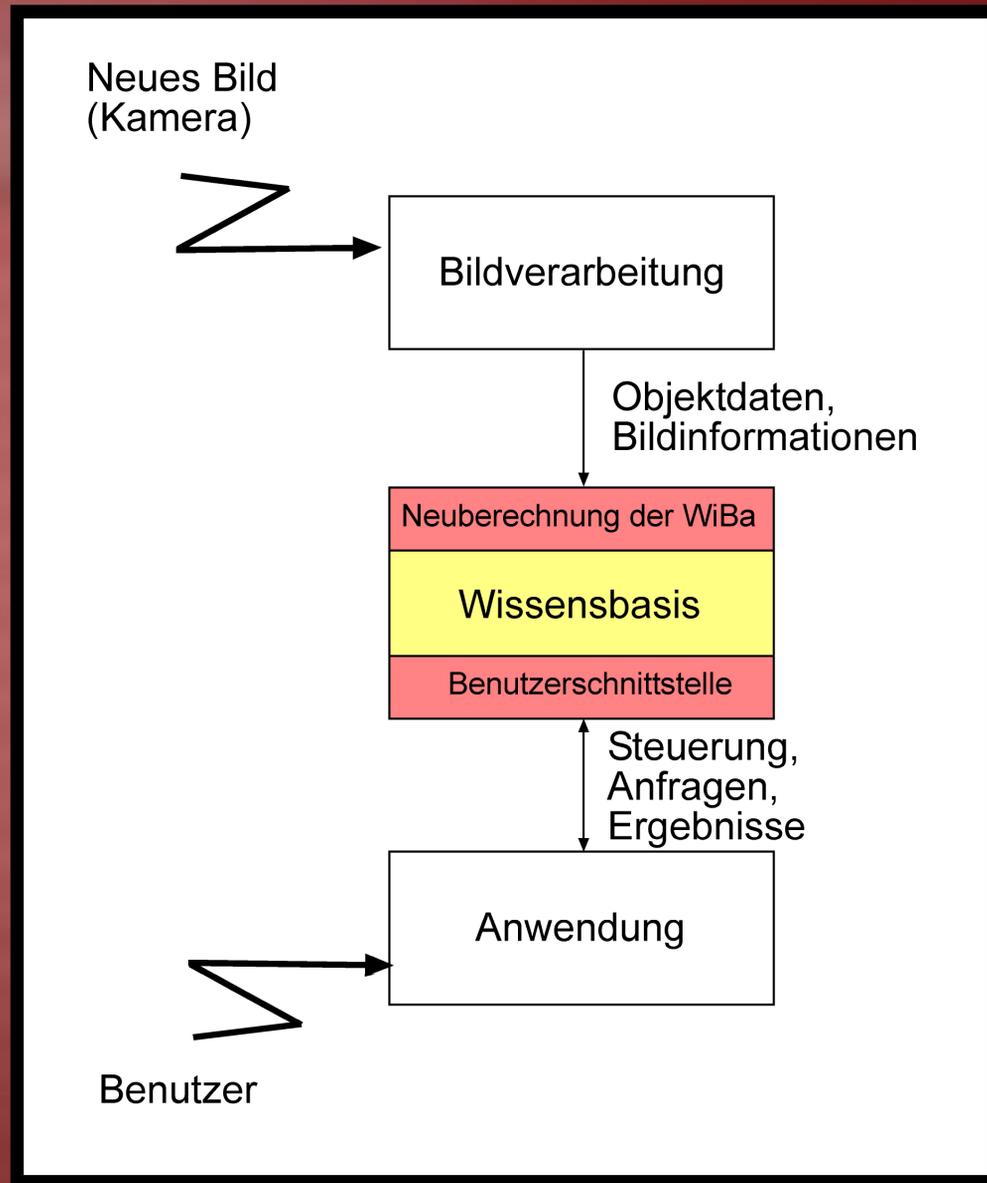


- Bsp. Anfragen:
 - Welche Objekte sind bekannt?
 - Welche Eigenschaften haben diese?
 - An welchen Positionen könnte sich ein Objekt befinden ?
- Objektdaten:
 - *obj(db, id, type, class, data)*
 - Bsp.: *obj(db1, 12, circle, 1, [100, red])*

Aufbau der Wissensbasis

- Daten werden in einzelnen Datenbanken gehalten
- Die wichtigsten Datenstrukturen sind:
 - Objekte und deren Daten
 - „Locations“, mit denen Mehrdeutigkeiten abgebildet werden können
 - eine Location stellt eine vermutete oder reale (sichtbare) Position dar
 - Locations verweisen auf Objekte
 - eine Location ist entweder sichtbar oder befindet sich unter einer anderen Location
 - Relationen zwischen Objekten
 - RCC5-Relationen
 - Tiefenrelationen

Funktionsweise



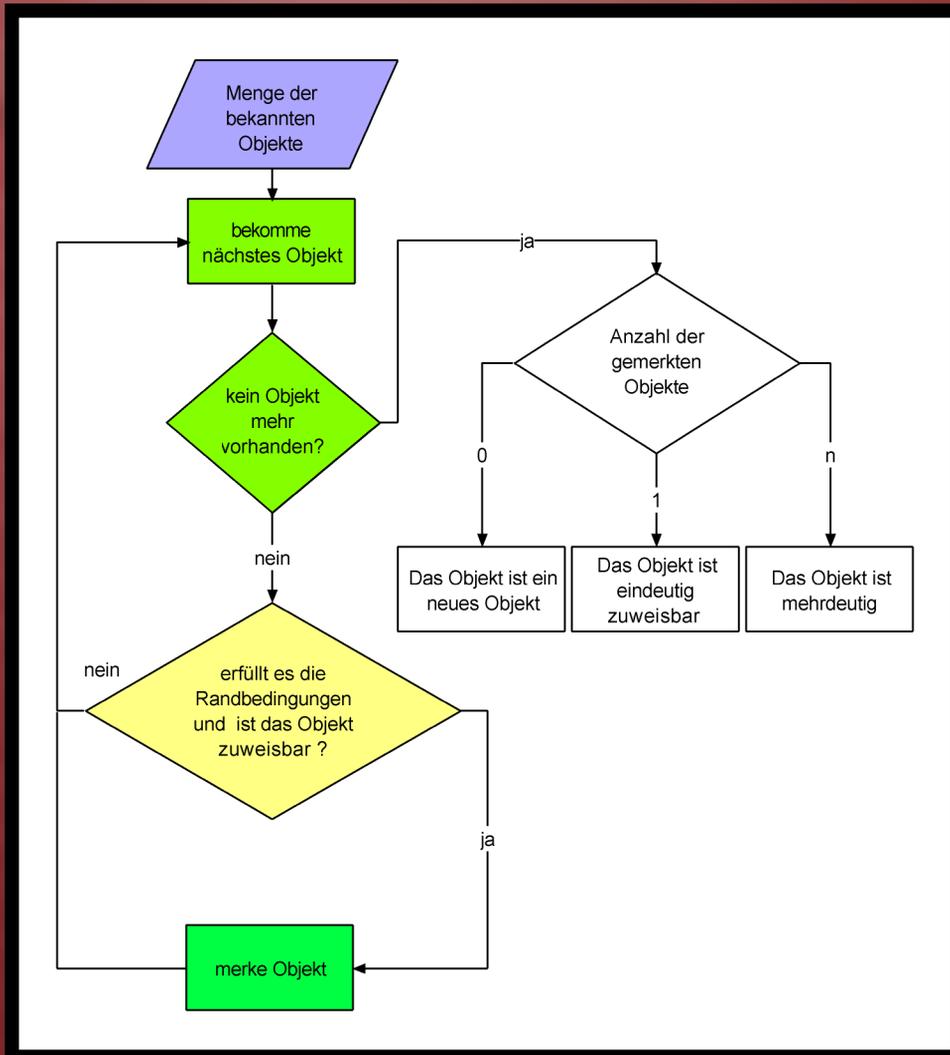
Einfügen neuer Daten in die Wissensbasis

- Berechnen von allen möglichen Bewegungen
- klassifizierte erkannte Objekte zu bekannten Objekten zuordnen
- vermutete Daten mit den realen Daten abgleichen
- Datenbank auf Konsistenz prüfen
- neue Relationen bilden, die für den 1. Schritt notwendig sind (im nächsten Bild)

Einfügen neuer Daten in die Wissensbasis

- Berechnen von allen möglichen Bewegungen
- **klassifizierte erkannte Objekte zu bekannten Objekten zuordnen**
- vermutete Daten mit den realen Daten abgleichen
- Datenbank auf Konsistenz prüfen
- neue Relationen bilden, die für den 1. Schritt notwendig sind (im nächsten Bild)

Objekte zuordnen



```
assign_object([DB,Time],O,Out):-  
    loc_get_all(DB,Locations),  
    sublist(assign_check([DB,Time],O),  
            Locations,Out).
```

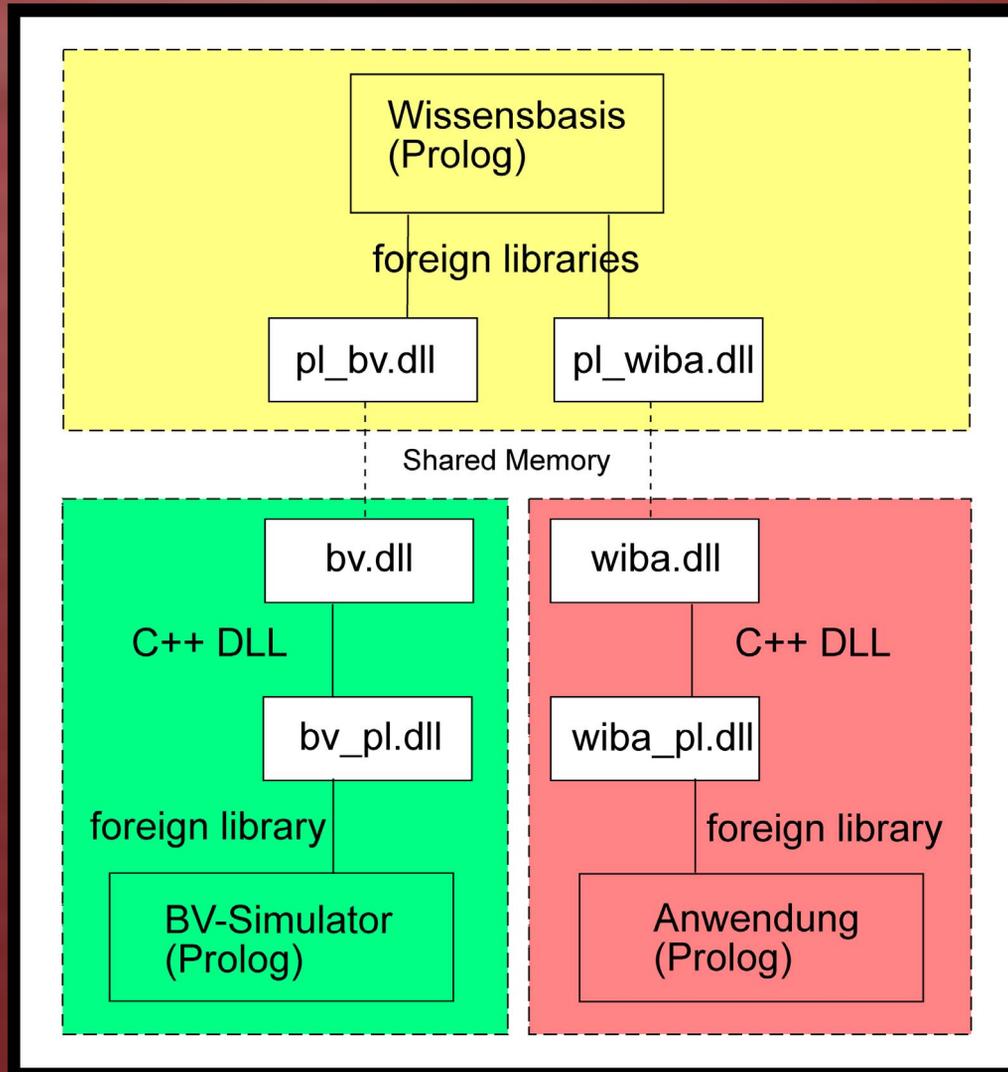
```
assign_check([DB,Time],[[circle,C1|_],P1],Loc):-  
    loc(DB,Loc,_,_,LastTime),  
    obj2loc(DB,Obj,Loc),  
    obj(DB,Obj,[circle,C2|_]),  
    (C1==C2),  
    loc_get_pos(DB,Loc,P2),  
    can_assign_object(DB,P1,P2,  
                    Time,LastTime).
```

```
can_assign_object(DB,[X1,Y1],[X2,Y2],T1,T2):-  
    T is T1-T2,  
    Dx is X2-X1,  
    Dy is Y2-Y1,  
    config(DB,unit_size,U),  
    S is sqrt(Dx*Dx+Dy*Dy)*U,  
    ((T\=0)-> V is S/T  
            ;V is 0),  
    config(DB,max_speed,Vmax),  
    (V<Vmax).
```

Umsetzung

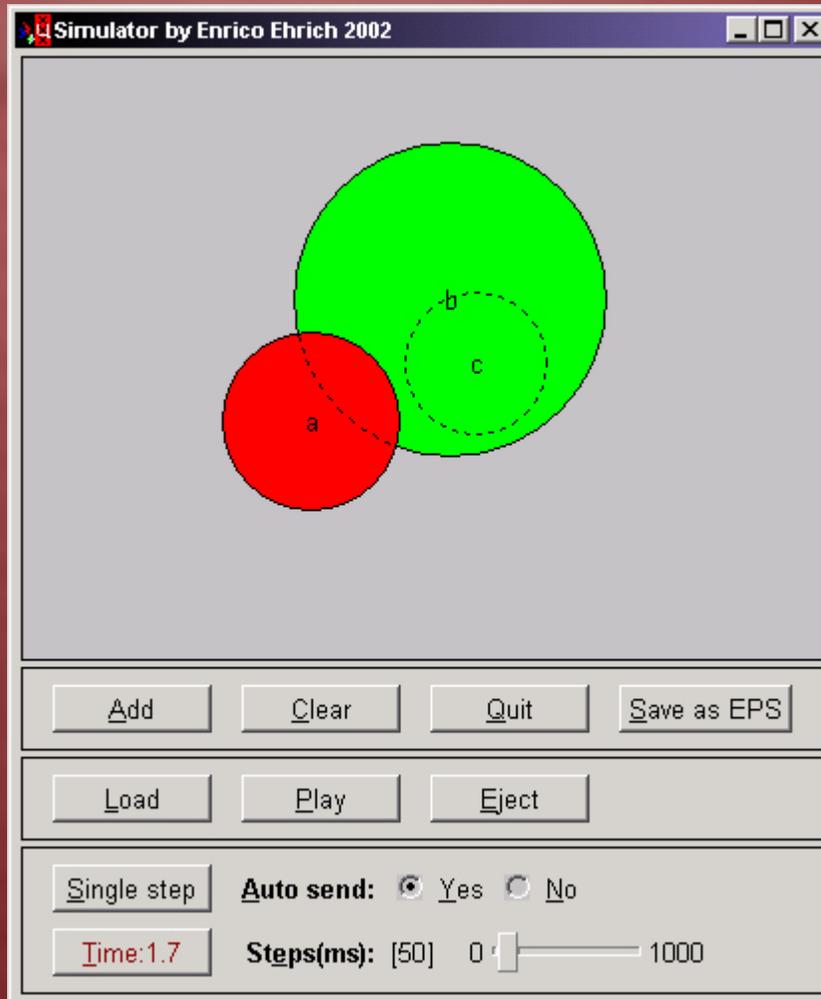
- SWI-Prolog mit XPCE
- VisualC++ für die Kommunikationsschnittstellen
- Modular und Portabel
 - abstrakte Schnittstellen
 - systemabhängige Programmteile isoliert

Systemarchitektur des Prototypen



- Module
 - Wissensbasis
 - BV-Simulator
 - Anwendung
- Schnittstellen werden durch DLL's bereitgestellt
- Kommunikationsmedium ist Shared Memory

Simulator



- Idealisierung der Bildverarbeitung
- Prolog+XPCE
- Manuelle Manipulation der Objekte
- Abspielen von vordefinierten Skripten
- Einzelschrittmodus
- Zeitkontrolle

Beispielanwendung

The screenshot shows a software window titled "WBa Test Application by Enrico Ehrich 2002". At the top, there is a "DB:" dropdown menu set to "default" and five buttons: "Select", "Options", "Clear", "Create", and "Delete". Below this, the interface is split into two panes: "Objects" and "Locations".

Objects:

- o1:[circle,3,c,[36,yellow]]
- o2:[circle,2,b,[79,green]]
- o3:[circle,1,a,[45,red]]

Locations:

- l2:[[o2],visible,[190,98],1.65]
- l3:[[o3],visible,[158,136],1.65]
- l5:[[o1],l2,[-38.647,-18.8522],1.5]

Below the panes, there is a "Graph:" dropdown menu set to "01: Object-Positions" and an "Info" button. The graph area displays a directed graph with four nodes: o1, o2, o3, and visible. Directed edges connect o1 to o2, o2 to visible, and o3 to visible.

- Prolog+XPCE
- Darstellung der Daten:
 - Liste
 - Graph
- Steuerung der Wissensbasis
 - Verwalten der Datenbanken
 - Steuerung der Kommunikation

Zusammenfassung

- theoretischen Grundlagen
 - speziell: qualitatives räumliches Schließen
- Konzeption Gesamtsystem
- Entwicklung eigener Modelle
 - Tiefenrelation
 - Datenstrukturen
 - Algorithmen
- Entwicklung und Umsetzung eines Prototypen
- Testen des Systems

Ausblick

- Reale Bildverarbeitung statt Simulator
- Weiterentwicklung der Wissensbasis
 - zusätzliche Objektformen
 - History
 - Wahrscheinlichkeiten
 - Voraussage von Objektbewegungen